

怎样画

# 电机修理时的 绕组接线图

潘品英 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 怎样画电机修理时的 绕组接线图

潘品英 编著



机械工业出版社

本书专述电动机修理时的绕组接线图及其画法。主要内容包括：绕组简易接线（方块）图画法、电机绕组端面模拟布接线图及简化接线示意图的画法。其中重点放在电动机重绕时怎样根据拆线记录画出接线方块图，最后还介绍如何运用接线图进行重绕接线的操作要点和实践。

本书对画法的描述力求通俗易懂，文中结合内容编入大量示例和练习，并以绕组端面图代替电机实物进行解述，使读者在学习时能有近于实践的感觉。此外，还将近期搜集到的 32 例单相、三相和双速电梯等电动机的新绕组，绘成端面布接线图，以插图形式分布于全书，最后再由索引表汇总，以便读者查阅调用。

本书适用于初中文化的电修人员阅读，也可作为中专、技校以及再就业培训教材，也可供有关技术人员参考。此外，建议原持有《新编电动机绕组布线接线彩色图集》的读者购置本书作为补充资料。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

怎样画电机修理时的绕组接线图/潘品英编著. —北京:  
机械工业出版社, 2005.4  
ISBN 7-111-16228-5

I. 怎... II. 潘... III. 电机—绕组—制图 IV.  
TM303.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 017467 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李振标 版式设计: 霍永明 责任校对: 李汝庚

封面设计: 王伟光 责任印制: 石 冉

保定市印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

850mm×1168mm  $1/32$  · 4.75 印张 · 2 插页 · 123 千字

0001—5000 册

定价: 12.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面防伪标均为盗版

# 前 言

电机修理的重点在重绕，重绕的关键又在接线，所以绕组接线是电机修理从业人员必须掌握的技术。长期以来，绕组简易接线图（俗称“方块图”）都作为电机重绕接线的主要技术手段，由于它简单易学易画，且对重绕接线的指导有效实用，故在大型厂矿一直沿用至今，但在小型工厂及自营维修站等，由于电修人员多系通过自学而执业的，技术基础薄弱，如何在拆线时画出接线图未能掌握，重绕仅靠“图集”依样画葫芦，对陌生的绕组及接线复杂的变极绕组更显得束手无策。为此，本书详细介绍在重绕拆线时如何对原绕组跟踪查线、记录，以及画出绕组接线图。读者通过本书自学，可掌握查线和画图要领，亦即掌握了电机绕组修理的核心技术，就会在重绕修理中得心应手。

以往，常见的接线图有绕组展开图和方块图。前者虽然具有绕组结构表达功能，但绘图要求高，费工费时还画不好，故为现场所弃用。20世纪后期出现了端面模拟图、接线示意图等新的布接线图形式。为此，本书除着重方块图外，还介绍这两种图的画法和应用，并将重点放在原绕组拆线记录的画法。

本书还将新近搜集到而尚未收入《图集》的新绕组32例，采用端面模拟画法绘成布接线图，以插图的形式穿插在全书中，并在书末设置新图索引表，以便读者查阅。另外，列举实例涉及电动机绕组时均以端面模拟图代替实物进行解述，但仍兼顾到注重实物来分析，以使理论不致脱离实践操作。

本书新图资料由潘竹韵先生提供，在此表示衷心感谢。限于作者水平，编写难免有误，恳请读者批评指正。

潘品英 于韶治  
2005年2月

# 目 录

## 前言

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一章 电机修理技术参数阐释</b> ..... | 1  |
| 第一节 电机铭牌数据 .....            | 1  |
| 第二节 电机绕组结构参数与名词解释 .....     | 4  |
| 一、绕组的构成元件 .....             | 4  |
| 二、绕组结构的基本概念 .....           | 7  |
| 三、电机绕组的进线 .....             | 13 |
| 四、线圈及线圈组的极性 .....           | 16 |
| 第三节 交流电机绕组型式与图例 .....       | 16 |
| <b>第二章 电机绕组布线接线图</b> .....  | 24 |
| 第一节 电机修理时的绕组图与其特点 .....     | 24 |
| 一、电机绕组简易接线(方块)图 .....       | 24 |
| 二、电机绕组展开图 .....             | 25 |
| 三、绕组圆图式模拟接线图 .....          | 26 |
| 四、绕组端面模拟图 .....             | 26 |
| 五、绕组简化接线示意图 .....           | 28 |
| 第二节 电机绕组端面模拟图画法 .....       | 29 |
| 一、端面图画法规则的说明 .....          | 29 |
| 二、绘制绕组端面模拟图的步骤 .....        | 30 |
| 第三节 电机绕组简易接线(方块)图的画法 .....  | 34 |
| 一、重新设计绕组的接线(方块)图画法 .....    | 35 |
| 二、重绕电动机的方块图画法 .....         | 42 |
| 三、单相电动机的方块图 .....           | 55 |
| 四、重绕变极电动机的方块图画法 .....       | 58 |
| 第四节 电机绕组简化接线示意图画法 .....     | 74 |
| 一、简化接线示意图的形式与画法 .....       | 74 |
| 二、新系列变极电动机接线示意图画法 .....     | 77 |

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| 三、Y/3Y 接线的电梯电机双速绕组示意图画法 .....          | 85         |
| <b>第三章 电机重绕接线操作与新绕组索引 .....</b>        | <b>91</b>  |
| <b>第一节 电机重绕接线操作 .....</b>              | <b>91</b>  |
| 一、运用方块图进行重绕接线 .....                    | 91         |
| 二、运用示意图进行重绕接线 .....                    | 94         |
| <b>第二节 实用示例及新绕组结构性能的索引 .....</b>       | <b>102</b> |
| <b>附录 .....</b>                        | <b>124</b> |
| 附图 1 72 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组之一 ..... | 124        |
| 附图 2 72 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组之二 ..... | 126        |
| 附图 3 72 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组之三 ..... | 126        |
| 附图 4 72 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组之四 ..... | 129        |
| 附图 5 72 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速单层绕组 ..... | 131        |
| 附图 6 54 槽 24/6 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组 .....   | 131        |
| 附图 7 48 槽 16/4 极 Y/2Y 电梯电机双速绕组 .....   | 134        |
| 附图 8 36 槽 6/4 极 3Y/4Y 双速电机绕组 .....     | 134        |
| <b>练习参考答案 .....</b>                    | <b>138</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                      | <b>144</b> |

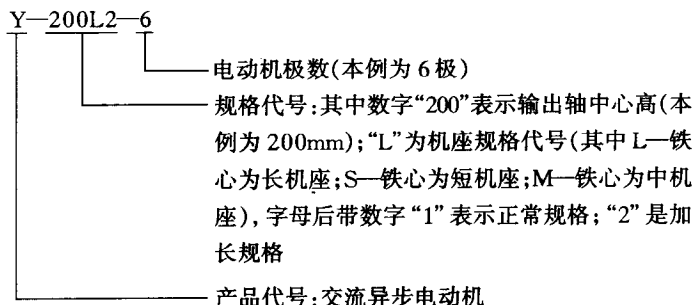
# 第一章 电机修理技术参数阐释

交流电动机绕组是按一定规则安排在定子铁心槽内，线圈也按相应规律连接起来，绕组的接线与相数、电压、转速以及接法等有直接关系。因此，电机修理中必须充分了解所修电机的技术参数，避免因失误而造成损失。

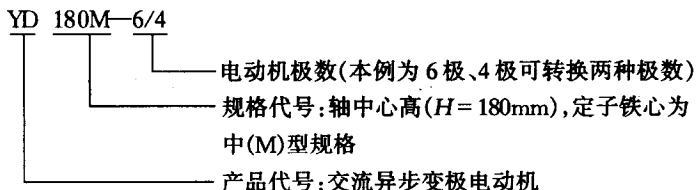
## 第一节 电机铭牌数据

为了便于用户正确选择和使用电动机，每台电机外表的显著位置都有一块说明电机运行主要技术参数的铭牌。铭牌所列包括电动机运行的主要参数和绝缘等级、接法等与绕组结构有关的参数。下面扼要介绍其项目意义：

(1) 型号 电机的型号是用汉语拼音(大写)字母和数字组成的产品代号，它能扼要表示该电动机的重要结构及运行参数。例如：



目前，设备上仍部分运行着 J02 等系列的电动机，因属淘汰产品，不作介绍。下面再介绍一种特殊电机产品型号：



(2) 功率 是指电动机在额定条件下满载运行时,轴上输出功率的额定值,也称“容量”,单位为“kW”或“W”。

(3) 电压 是指正常运行时电动机应接入的电源电压额定值,也是三相绕组的“线电压”,单位为“V”。

(4) 电流 是指电动机在额定电压、额定负载(满载)运行时的(线)电流额定值,单位为“A”。

(5) 接法 为便于电动机在额定电源下实施Y— $\Delta$ 减压起动,三相电动机通常引出6根引线,其标号要错开,如图1-1所示接入端子板,使用时通过连接铜片接成铭牌标定的接法。如果规定是Y形而误接为 $\Delta$ 形,运行时会因绕组过电压而发热烧毁;若 $\Delta$ 形误接为Y形,则电动机将处于欠电压运行,输出功率会降低很多,不能带额定负载,否则也会因电流增大而烧毁。

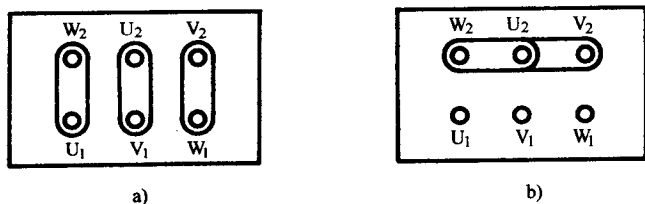


图 1-1 三相电动机接线板端子排列

a)  $\Delta$ 形接法    b) Y形接法

对于单绕组多速电动机,其接线更为复杂,常用的是2Y/ $\Delta$ 接法,也用其它接法,必须查清楚再接,如有接错均会导致无法运行甚至烧毁。

(6) 频率 是指电动机使用交流电源的频率,我国规定工业频率为 50Hz,故有的铭牌不标示,但出口电机必须标注。

(7) 转速 是指电动机在额定条件下运行的每分钟转数,单位是 r/min。因为异步运行,其转速略低于定子绕组通电后形成的旋转磁场转速约 (3~5)%。

(8) 绝缘等级 由于各种绝缘材料的耐温能力不同,选用的绝缘材料是限制电动机运行温度的因素。常用绝缘材料的绝缘等级与允许温升的对应关系见表 1-1。

表 1-1 绝缘等级与电机允许温升

| 绝缘等级       | A   | E   | B   | F   | H   | C      |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 绝缘材料允许温度/℃ | 105 | 120 | 130 | 155 | 180 | 180 以上 |
| 电机运行允许温升/℃ | 60  | 75  | 80  | 100 | 125 | 125 以上 |

电动机前期产品的铭牌标示不规范,标示温度或温升,规范标示应为绝缘等级。目前一般用途的交流电动机主要采用 B 级绝缘,部分产品采用 E 级。

(9) 运行方式 过去曾标注“工作定额”,有连续、短时和断续三种运行方式。连续运行是额定条件下可在额定负载以内连续(长期)运行而不会使绕组超过温升。短时运行的持续时间分 10、30、60、90min 的定额,并在铭牌上标注,如超过规定时间,满载工作便可能使绕组发热甚至烧毁,所以在额定负载下运行达到规定时间之前必须停机,待散热冷却后才能重新启动。断续运行是以负载持续率的百分数( $FC\% = 15\%、25\%、40\%、60\%$ )表示其工作状态,它是以 10min 为一工作周期,即周期内断续通电时间总和与周期的比值就是负载持续率:

$$FC\% = \frac{t(\text{通电时间})}{T(\text{工作周期})} \times 100\%$$

通常在起动设备上采用断续运行方式的电动机,除非有特殊要求,一般持续率低的电动机不可代替高持续率电动机的使用。

此外,当铭牌有些项目标示两种参数时是对应斜线左(或

右)边读取,如电压为 220/380V、电流为 34/19.5A、接法为  $\Delta/Y$  时,即当电动机输入电压为 380V 时,三相绕组必须接成 Y 形运行;又如双连电动机铭牌标示极数 8/4、接法  $\Delta/2Y$  时,也按斜线相应数据读取,即 8 极时为  $\Delta$  形;4 极时是 2Y 接法。

## 第二节 电机绕组结构参数与名词解释

交流电动机是通过电磁转换产生转矩来工作的,其结构核心就是绕组,电机绕组则由基本元件按一定规律在铁心定子上安排、连接而成。为了获得不同的工艺和技术性能,采用不同的结构形式。为了便于掌握绕组构成原理及接线,下面介绍绕组结构的参数等基本概念。

### 一、绕组的构成元件

(1) 线圈 线圈是构成电机绕组的最基本元件,故也称元件。交流电机的线圈是用绝缘导线利用模具在绕线机上绕制而成,常用的线模形状如图 1-2 所示。鼓形线圈常用于小电机,稍大的定子则用梭形线圈。线圈一般绕成多匝的,如图 1-3a 所示。两边直线部分分别嵌入定子两个槽内,是通电后产生电磁能量转换的部分,称为线圈的有效边;两端部在槽外连接有效边部分,它不产生有效的电磁能量转换;线圈则通过引出线与之连接。为了便于画图,多匝线圈常用简化画法,如图 1-3b 所示。主要用于绘制绕组平面展开图;图 1-3c 则以定子端部视图的简化画法,用于本人所创的“绕组端面模拟画法”。

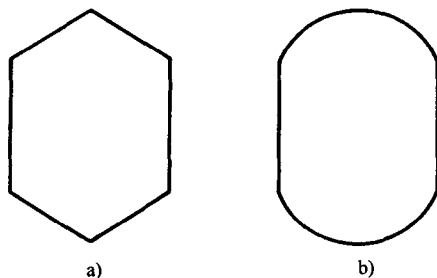


图 1-2 线模形状

a) 梭形线模 b) 鼓形线模

(2) 线圈组 将同一极下的同相相邻线圈顺接串联在一起构成线圈组,但特殊情况下,线圈组也可仅由一只线圈组成。为

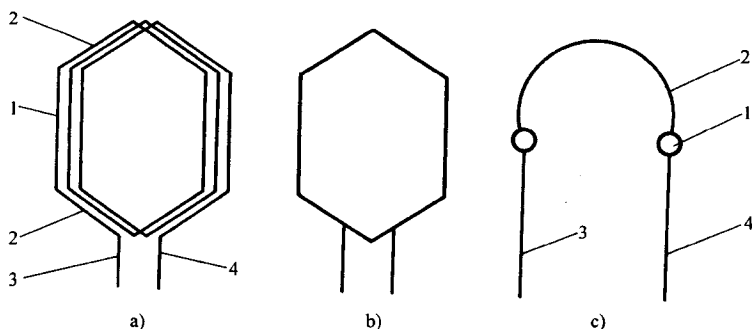


图 1-3 电机绕组线圈及其简化画法

a) 多匝线圈 b) 线圈简化画法 c) 线圈端面示意画法

1—线圈有效边 2—线圈端部 3、4—线圈引出线

了便于绘图，通常可把组内线圈的顺串连接线省略，以简化绕组图结构，线圈组的常用画法如图 1-4 所示。其中图 a 是一组线圈平面展开图画法，图 b、d 是一组线圈端面布线模拟画法；图 c 则是绕组简化接线图的几种表示画法，它由一个方块图形代表一组线圈，故又称“方块图”，方块外的 1-3 表示该线圈组是由编号为 1、2、3 号槽的线圈组成；图 c 下面的图形是近年出现的画法，其中上方数字“1”代表线圈组别（第 1 组），下方数字“3”是线圈数目，即该组由 3 只线圈组成。

(3) 每组圈数 即每组线圈数。是指一个线圈组所含线圈数目。根据绕组布线类型由下列公式确定：

$$\text{双层（显极）绕组} \quad S = q = Z/2pm$$

$$\text{双层庶极绕组} \quad S = Z/pm$$

$$\text{单层（显极）绕组} \quad S = Z/4pm$$

$$\text{单层庶极绕组} \quad S = Z/2pm$$

但是，正弦绕组每组线圈数是视技术性能的要求，可选缺圈安排，故不在此列。

(4) 相绕组与电机绕组 将电机每极下的同相线圈组，按极性要求连接起来构成一相绕组，简称相绕组，图 1-5 是某电机一

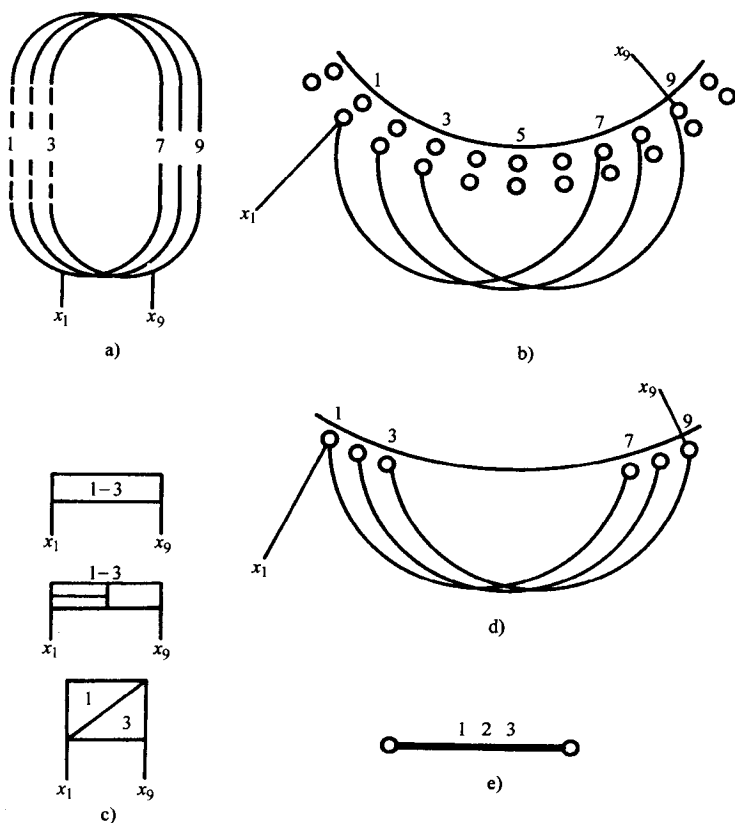


图 1-4 电动机线圈组画法形式

- a) 平面展开图画法   b) 端面模拟图画法 (双层)  
 c) 简易接线 (方块) 图画法   d) 端面模拟图画法 (单层)  
 e) 简化接线示意图画法

相绕组示例。交流电机分单相和三相，三相电动机是由三个互差  $120^\circ$  电角度且对称安排在定子圆周槽内的相绕组构成的，而且要求三相绕组结构相同，故只要画出一相绕组，则另外两相同理可画出。但也有特例，如非倍极比的变极电动机的三相接线则不相同，但每相串联线圈数必须相等。

单相电动机实质由两相绕组构成，两相绕组既可完全相同，也可有不同的结构安排。

## 二、绕组结构的基本概念

(1) 单层绕组、双层绕组与单双层绕组 电动机每槽只安排一个有效边的绕组称为单层绕组，如单链绕组、单叠绕组、单同心绕组以及单交叉绕组等均属单层绕组，图 1-6 就是单相四极 24 槽的单层绕组示例。在同一规格

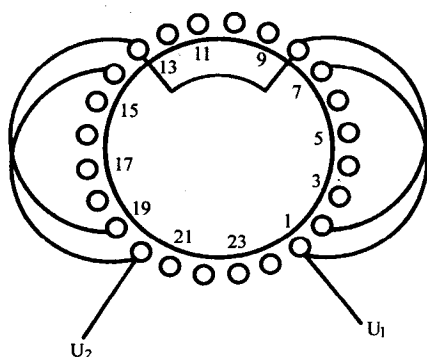


图 1-5 电动机一相绕组  
(底极) 布线示例

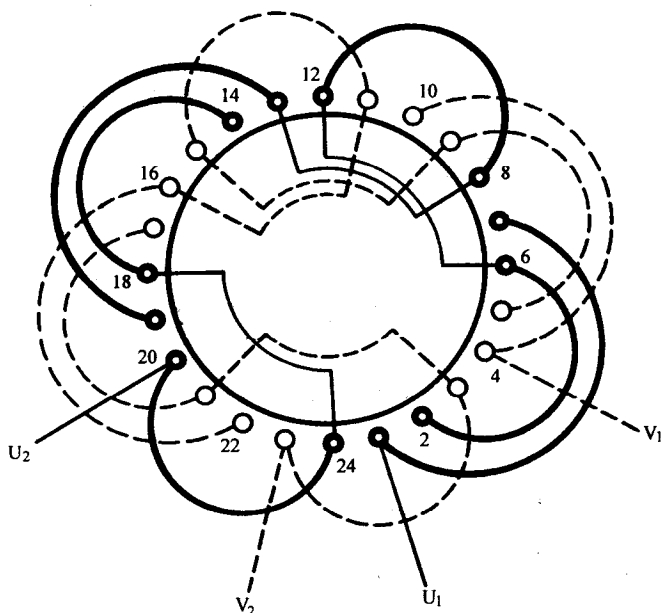


图 1-6 单相 24 槽 4 极单层同心交叉式绕组

定子中，单层绕组所需线圈较少，即总线圈数是槽数的一半，如此例中 24 槽定子只用 12 只线圈。

双层绕组每槽嵌入来自不同的两个线圈，各嵌一有效边，先嵌的边在槽底，工艺上称为底边或下层边，后嵌的称面边或上层边，两有效边在槽内要有绝缘隔开。双层绕组的线圈数最多，即总线圈数等于槽数。图 1-7 是三相二极 24 槽双层叠式绕组示例。

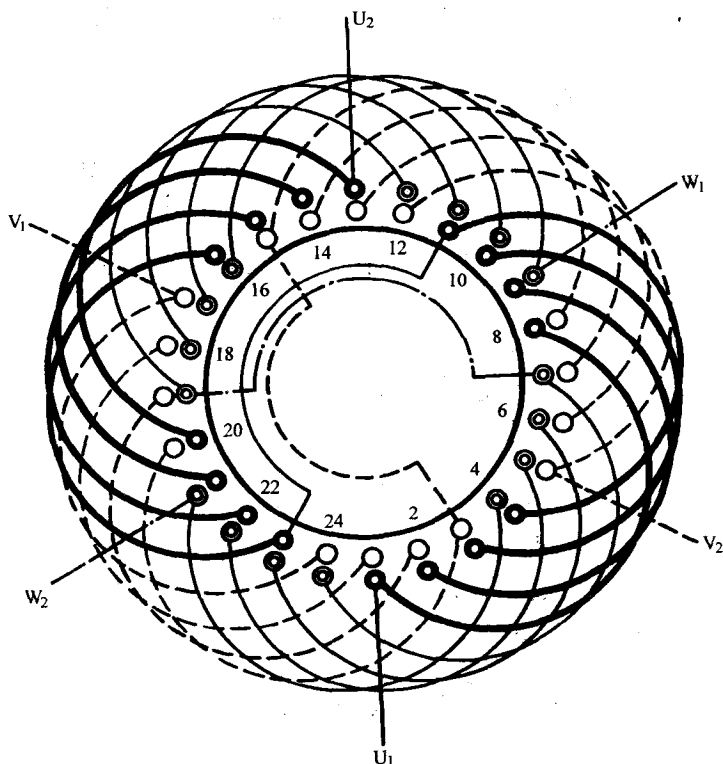


图 1-7 三相 24 槽 2 极双层叠式绕组示例

单双层混合绕组是在一台电机定子中，既有部分槽嵌一个有效边，而另部分槽则嵌入两有效边，故称之单双层绕组。全套绕组线圈数多于单层但少于双层，而且线圈的平均节距越接近极距则总线圈数越少，图 1-8 是三相四极 30 槽单双层混合绕组示例。

单双层绕组是从双叠绕组演变而来，它保留了短距绕组灵活选用节距的特点，其电磁性能较优，附加损耗较小，有利于提高效率，是节能型电动机首选的绕组型式；但它的大小线圈安排会增加嵌线困难，故工艺性较差而影响其普及。

(2) 集中式绕组与分布式绕组 集中式绕组通常是指凸极式绕组，每极绕组绕成一只线圈套在凸形铁心上，常见如凸极式罩极电动机定子及直流电机定子等。分布式绕组的构成是由嵌放在槽齿式铁心槽中的线圈，通电感应产生磁极，故铁心没有明显的磁极；通常，每极由多只线圈构成，故称分布式，它所围绕的槽齿便形成隐性的磁极；图 1-6 至图 1-8 等都属分布式绕组。

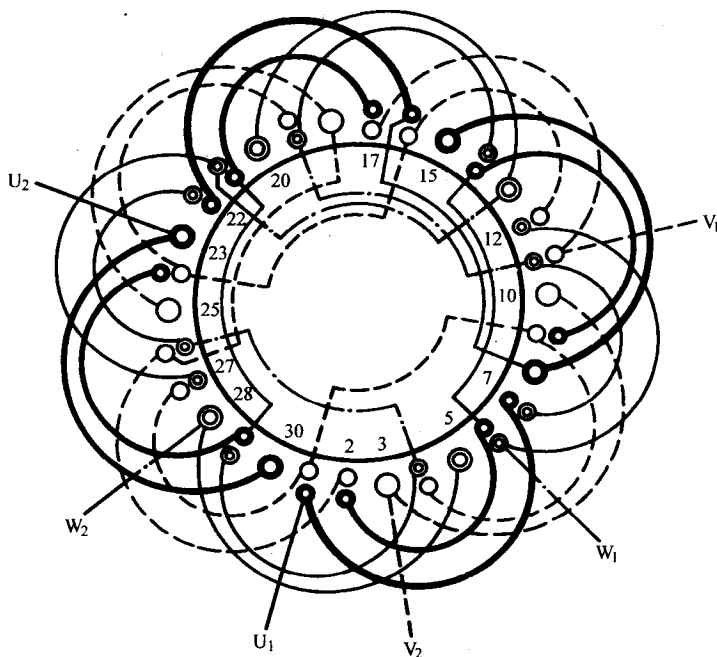


图 1-8 三相 30 槽 4 极单双层混合绕组（显极）示例  
(设大圈引线为“头”；小圈引线为“尾”)

(3) 显极绕组与庶极绕组 显极式绕组是交流电机主要采用

的绕组形式，绕组结构的特点：一是每相绕组的线圈组数等于极数，如四极电机每相绕组由 4 个线圈组构成；二是同相相邻线圈组间的极性相反，即接线时采用“尾与尾”或“头与头”相接，如图 1-8 所示。

庶极式绕组实际应用不普遍，其结构特点：一是相绕组的线圈组数仅为极数的一半，如四极电机每相只有两个线圈组；二是同相相邻线圈组极性相同，接线是“尾与头”相接。图 1-9 是单相电动机四极的绕组，主绕组  $U_1-U_2$  是显极式布线；副绕组  $V_1-V_2$  则是庶极布线，它只用两组线圈顺接串联起来构成四极。庶极绕组在单相电动机中较为常见；另外，图 1-10 则是用于金鱼缸气泵的罩极式电动机，是应用庶极绕组的典型实例，它的定子铁心为“口”形框架，采用一只集中式线圈励磁，并在转子两端产生 N—S 两个磁极。

(4) 电机极距与绕组极距 极距简言之是两极之间的距离，用“ $\tau$ ”表示。通常有两种形式：

1) 电机极距 主要用于电机的电磁设计参数，以尺寸表示极间距离 (cm)，即

$$\tau = \frac{3.14D}{2p}$$

2) 绕组极距 用于电机绕组结构参数，它以铁心的槽数为单位表示绕组极间的距离 (槽)，即

$$\tau = \frac{Z}{2p}$$

式中  $D$ ——电机定子铁心内径 (cm)；

$2p$ ——电机磁极数；

$Z$ ——定 (转) 子槽数。

(5) 线圈的节距、整距、短距、长距 以槽数表示线圈两有效边所跨槽的距离称为线圈节距 ( $y$ )，如图 1-11 所示。当线圈节距等于极距时，如图 a 中  $y = \tau$ ，此线圈则是整距线圈，也称全距线圈；若线圈节距小于极距，如图 b 的  $y_{11} < \tau$ ，则此线圈

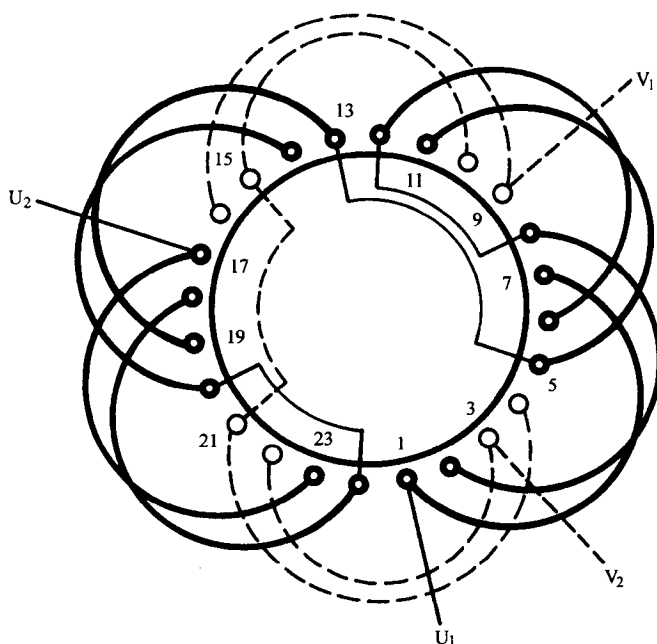


图 1-9 单相 24 槽 4 极单层绕组 (副绕组底极) 示例  
(设副绕组大线圈引线为“头”;小线圈引线为“尾”)

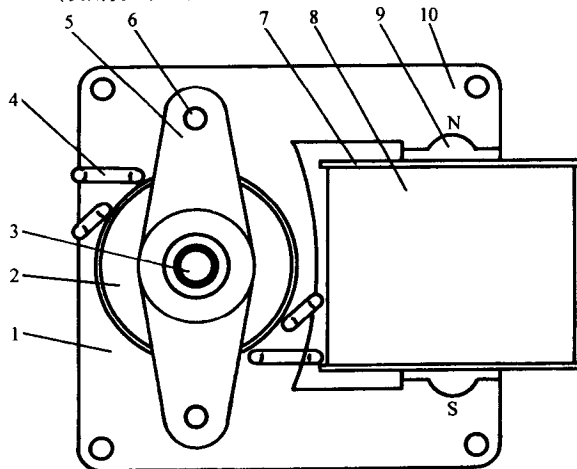


图 1-10 框架式罩极电动机

1—定子铁心 2—转子 3—转子轴 4—短路环 5—转子轴承支架  
6—支架螺钉 7—线圈架 8—定子绕组 9—可卸铁心 10—定子磁路